

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-097467

(43)Date of publication of application : 12.04.1996

---

(51)Int.Cl. H01L 33/00  
H01L 21/205

---

(21)Application number : 06-228286

(71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD

(22)Date of filing : 22.09.1994

(72)Inventor : NOTO NOBUHIKO  
YASUTOMI KEIZO  
TAKENAKA TAKUO

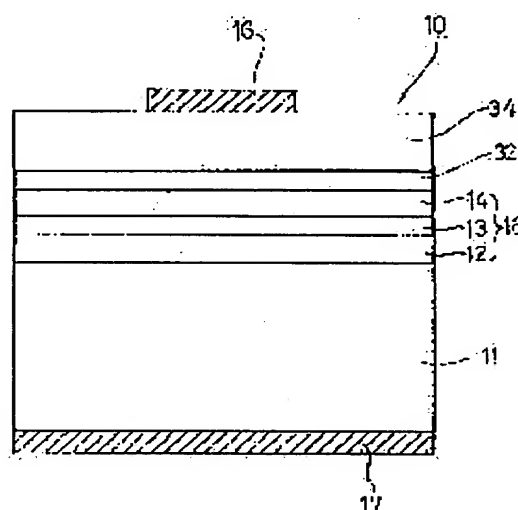
---

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To suppress the diffusion of Zn into a p-type cladding layer and an active layer by a method wherein a p-type current diffusion layer is composed of an undoped current diffusion layer and a high impurity concentration doped current diffusion layer formed on the undoped layer.

CONSTITUTION: An n-type cladding layer 12, an active layer 13 and a p-type cladding layer 14 are successively built up on an n-type GaAs substrate 11. After that, an undoped current diffusion layer 32 and a Zn-doped p-type current diffusion layer 34 are built up and a positive side electrode 16 is formed on the layer 34 and a negative side electrode 17 is formed on the lower surface of the n-type GaAs substrate 11. The layer 32 which is doped with C and has the p-conductivity type but is not doped with Zn is provided between the high impurity concentration ( $3 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>) Zn-doped p-type current diffusion layer 34 and the p-type cladding layer 14. Therefore, Zn is hardly diffused beyond the undoped current diffusion layer 32 and the diffusion of Zn into the p-type clad layer 12 and the active layer 13 can be suppressed.



---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.03.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2871477

[Date of registration] 08.01.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(5)

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-97467

(43) 公開日 平成8年(1996)4月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 33/00		B		
21/205				

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁)

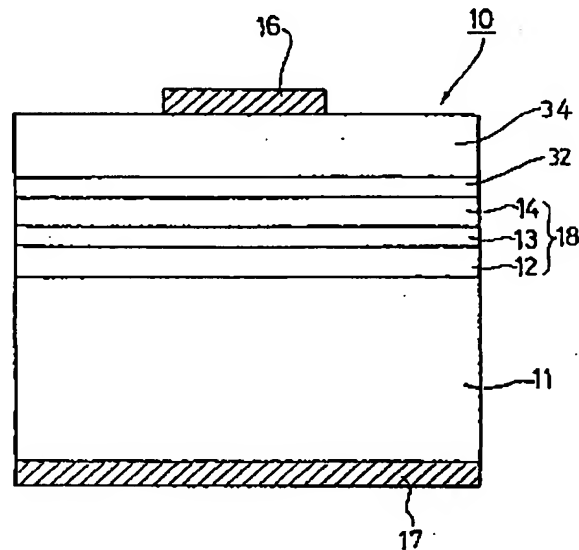
(21) 出願番号	特願平6-228286	(71) 出願人	000190149 信越半導体株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目4番2号
(22) 出願日	平成6年(1994)9月22日	(72) 発明者	能登 宜彦 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半 導体株式会社半導体磯部研究所内
		(72) 発明者	安富 敬三 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半 導体株式会社半導体磯部研究所内
		(72) 発明者	竹中 卓夫 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半 導体株式会社半導体磯部研究所内
		(74) 代理人	弁理士 石原 昭二

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置

(57) 【要約】

【目的】 p型クラッド層のキャリア濃度を安定して制御可能とし、p型電流拡散層中のp型ドーパントであるZnの拡散によって起こるp型クラッド層/活性層の劣化及び活性層品質の劣化を防止し、これにより、発光強度の向上を可能とした半導体発光装置を提供する。

【構成】 n型GaAs基板上に、AlGaInPダブルヘテロ接合構造からなる発光層部が形成され、該発光層部上にp型電流拡散層を形成してなる半導体発光装置において、上記p型電流拡散層がアンドープ電流拡散層と該アンドープ電流拡散層上に形成された高濃度ドーパ電流拡散層とからなる。



(2)

特開平08-097467

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型GaAs基板上に、AlGaInPダブルヘテロ接合構造からなる発光層部が形成され、該発光層部上にp型電流拡散層を形成してなる半導体発光装置において、上記p型電流拡散層が、アンドープ電流拡散層と該アンドープ電流拡散層上に形成された高濃度ドーパント電流拡散層とからなることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】 上記アンドープ電流拡散層が、MOVPE法（有機金属気相成長法）により、V族元素とIII族元素との供給量比を30以下かつアンドープの状態で形成された炭素（C）のオートドーパント層であることを特徴とする請求項1記載の半導体発光装置。

【請求項3】 上記アンドープ電流拡散層が、AlGaAs、AlGaAsP又はGaP材料により形成されることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の半導体発光装置。

【請求項4】 上記アンドープ電流拡散層の厚さが0.25μm以上であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の半導体発光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、化合物半導体材料を用いた半導体発光装置に関し、特にGaAs基板上に成長したAlGaInPを発光層とする半導体発光装置に関する。

## 【0002】

【発明の背景技術】AlGaInP系材料は、窒化物を除くIII-V族化合物半導体混晶中で最大の直接遷移型エネルギーギャップを有し、550～650nm帯（緑色～赤色域）の可視光発光装置の材料として注目されている。斯かる大きな直接遷移型エネルギーギャップを有するAlGaInP系材料を用いた発光装置は、従来のGaP、GaAsP等の間接遷移型の材料を用いたものと比べて高輝度の発光が可能である。

【0003】図5は、従来のAlGaInP系発光装置の一例を示す概略断面説明図である。この従来のAlGaInP系発光装置40は、n型GaAs基板11上に、n型（Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>Pクラッド層12（厚さ約1μm）、（Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>P活性層13（厚さ約0.6μm）、p型（Al<sub>z</sub>Ga<sub>1-z</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>Pクラッド層14（厚さ約1μm）及びp型電流拡散層15（厚さ数μm）を順次積層形成し、前記p型電流拡散層15上にp側電極（上面電極）16、n型GaAs基板11の下面にn側電極（下面電極）17を設けた構成になっている。

【0004】ここで、（Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>P活性層13と該活性層13より大きなエネルギーギャップを有する2つのAlGaInPクラッド層すなわちn型（Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>Pクラッド層12

2

及びp型（Al<sub>z</sub>Ga<sub>1-z</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>Pクラッド層14とで構成されるAlGaInPダブルヘテロ接合構造は発光層部18を構成し、前記（Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>P活性層13が発光層として機能する。また、上記AlGaInPダブルヘテロ接合構造を構成する各AlGaInP層のAl組成x、y、zは0≤y≤0.7、y<x及びy<zなる関係を満たす。

【0005】なお、以下の説明においては、特別な事情がない場合、前記（Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>P、（Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>P及び（Al<sub>z</sub>Ga<sub>1-z</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>Pを総称して（Al<sub>B</sub>Ga<sub>1-B</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>P又は単にAlGaInPと表記する。

【0006】上記のようなAlGaInP系発光装置においては、電流拡散層を設ける必要があり、特にAlGaInP系混晶とは異なる材料からなる電流拡散層を設ける必要がある。その理由を図5を参照しながら説明する。図5には、p側電極16からの電流分布19を矢印で示してある。

【0007】AlGaInP系発光装置の通電発光においては、p側電極16からの電流をAlGaInP活性層13の全域に効果的に拡散させて効率的に発光させることが望ましい。そのためには、前記p側電極16とAlGaInP活性層13との間の距離（層厚）を所定以上（数μm以上）にする必要がある。

【0008】ところで、AlGaInP系発光装置においては、通常は図5に示したように、GaAs基板11上に、該GaAs基板11と格子整合させてAlGaInP系の前記各層12（厚さ約1μm）、13（厚さ約0.6μm）、14（厚さ約1μm）を（Al<sub>B</sub>Ga<sub>1-B</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>Pなる組成で形成させるが、全厚で4μmを超える厚さの（Al<sub>B</sub>Ga<sub>1-B</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>P混晶層を結晶性を損うことなく形成させることは極めて困難である。

【0009】すなわち、p側電極16からの電流をAlGaInP活性層13の全域に効果的に拡散させるためには、p側電極16と前記活性層13との間の厚さが数μm以上必要であるが、この厚さの層の形成はAlGaInP系材料では上記理由により不可能に近い。

【0010】そこで、従来、AlGaInP系以外の材料からなる層を電流拡散層15として前記p型AlGaInPクラッド層14上に形成し、p側電極16からの電流を前記AlGaInP活性層13全域に効果的に拡散させて、効率的な発光を得ることが行われている。

【0011】前記p型電流拡散層15の材料としては、例えばp型ドーパントであるZnを高濃度（3×10<sup>18</sup> atoms/cm<sup>3</sup>程度）にドーパしたAlGaAs、AlGaAsP又はGaPが従来より用いられている。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】通常、上記したAlGaInP系発光装置40のダブルヘテロ接合構造は、p

50

(3)

特開平08-097467

3

型クラッド層14の厚さが $1\mu\text{m}$ 程度の厚さで作られる。しかし、Znの拡散係数が大きいことに起因して、この構造ではp型電流拡散層15の成長時に該p型電流拡散層15から高濃度にドーブされたZnが、p型クラッド層14、更には活性層13まで拡散してくる。このp型ドーバントであるZnの拡散に伴い、①p型クラッド層14のキャリア濃度が安定して制御できない、②p型クラッド層14/活性層13の界面の劣化が起こる、③活性層品質の劣化が起こる、等の問題があり、発光強度を低下させる原因となっている。

【0013】本発明は、上記した従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、p型クラッド層のキャリア濃度を安定して制御可能とし、p型電流拡散層中のp型ドーバントであるZnの拡散によって起こるp型クラッド層/活性層の界面の劣化及び活性層品質の劣化を防止し、これにより、発光強度の向上を可能とした半導体発光装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、n型GaAs基板上に、AlGaInPダブルヘテロ接合構造からなる発光層部が形成され、該発光層部上にp型電流拡散層を形成してなる半導体発光装置において、上記p型電流拡散層が、アンドープ電流拡散層と該アンドープ電流拡散層上に形成された高濃度ドーブ電流拡散層とからなるようにした。

【0015】上記アンドープ電流拡散層としては、MOVPE法（有機金属気相成長法）により、V族元素とIII族元素との供給量比（V/III比）を3.0以下かつアンドープの状態（炭素（C）のオートドーピング層が用いられる。MOVPE法では、例えばAlGaAs、AlGaAsP、GaP等を低V/III比で成長するとアンドープでもCのオートドーピングによって図8に示すごとくp型の層が形成出来、しかもCは拡散係数が非常に小さい為、ほとんど拡散しない。

【0016】上記アンドープ電流拡散層の厚さは0.25 $\mu\text{m}$ 以上であるのが好適である。

【0017】

【作用】本発明の構成においては、高濃度（ $3 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> 程度）にZnがドーブされたp型電流拡散層とp型クラッド層との間に、Cのオートドーピングによりp型ではあるがZnがドーブされていない層（アンドープ電流拡散層）が存在するため、Znの拡散はこのアンドープ電流拡散層にほとんど留まり、p型クラッド層、活性層への拡散が著しく抑制できるとともに、アンドープ電流拡散層中にオートドーピングされたCは拡散係数が非常に小さい為、品質に影響を及ぼす程にはp型クラッド層及び活性層に拡散しない。このことにより、p型クラッド層のキャリア濃度を、拡散を考慮に入れず安定して制御できるとともに、発光強度に影響を与えるp型クラッド層/活性層界面及び活性層の品質の劣化が

4

抑制できる。

【0018】

【実施例】以下、本発明のAlGaInP系発光装置について、図1～図4を参照して説明する。

【0019】図1は本発明のAlGaInP系発光装置の一実施例を示す概略断面説明図である。図1において、図5と同一部材又は類似部材は同一符号を用いる。この発光装置10はn型GaAs基板11上にn型（Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>Pクラッド層12（厚さ約1 $\mu\text{m}$ ）、（Al<sub>1-y</sub>Ga<sub>y</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>P活性層13（ $0 \leq y \leq 0.7$ 、厚さ約0.6 $\mu\text{m}$ ）、p型（Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>）<sub>0.51</sub>In<sub>0.49</sub>クラッド層14（厚さ約1 $\mu\text{m}$ ）を順次積層形成した後、アンドープのAl<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As電流拡散層32を約0.5 $\mu\text{m}$ 、（Znドーブのp型Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As電流拡散層34を約10 $\mu\text{m}$ 積層形成し、前記p型電流拡散層34上にp側電極16、n型GaAs基板11の下面にn側電極17を設けた構成になっている。

【0020】本実施例のAlGaInP系発光装置10の成長にはMOVPE法（有機金属気相成長法）を用いる。Al、Ga、In及びP、Asの原料としてはそれぞれトリメチルアルミニウム[Al(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>、TMAl]、トリメチルガリウム[Ga(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>、TMGa]、トリメチルインジウム[In(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>、TMIIn]、アルシン(AsH<sub>3</sub>)及びホスフィン(PH<sub>3</sub>)を用いる。更にn型及びp型のドーバントとしては、それぞれセレン化水素(H<sub>2</sub>Se)、ジメチル亜鉛[Zn(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>、DMZn]を用いる。

【0021】図2は、MOVPE法で各層を成長する際に用いる成長装置の構成例を示す。すなわち、各種III族金属元素の有機物の蒸気と、気相のV族元素の水素化合物とを、成長層の組成に応じて分圧及び流量を選択して混合し、得られた混合ガスを反応室25に供給し、反応室25内に配置したn型GaAs基板11上に所望の成長層を順次積層形成する。

【0022】実施例1

図1に示す構造のAlGaInP系発光装置10を得るための方法を具体的に示す。50 Torrの減圧下で、V族元素とIII族元素との供給量比（V/III比）が1.00となるように混合したガスを成長層の原料ガスとして用い、成長温度710℃、成長速度4 $\mu\text{m}$ /時の成長条件で、n型GaAs基板11上に前記各層12、13、14を最初に順次積層形成させる。

【0023】次いで、アンドープAlGaAs電流拡散層32は、Al、Ga、As原料のみを反応管内に導入して成長を行うが、その時のV族元素（As）とIII族元素（Al+Ga）との供給量比（V/III比）が2.0となる様に混合したガスを原料ガスとして用いる。実験に用いた装置では、上記の成長条件（成長温度710℃、成長圧力50 Torr、V/III比2.0）でアンド

(4)

特開平08-097467

5

ープAlGaAs電流拡散層32を成長した場合の導電型とキャリア濃度は、p型で約 $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ になる事が確認できている(図8)。

【0024】しかる後Al、Ga、Asの原料に加えてZn原料を同時に流しp型Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層34を成長する。このp型AlGaAs層34の成長を行う時は、前記各層12、13、14の成長の場合と同様に、上記V/III比が100になる様に混合したガスを原料ガスとして用いる。このようにして得られたエピタキシャルウェーハを素子化することにより、図1に示す構造のAlGaInP系発光装置10が得られる。】

#### 【0025】比較例1

図6に比較例に用いたAlGaInP系発光装置40aの概略断面説明図を示す。図6において、図1と同一又は類似部材は同一符号で示した。図6のAlGaInP系発光装置40aの構造は、図1に示した実施例1のAlGaInP系発光装置10の構造と比較するとアンドープAlGaAs電流拡散層32のみを積層しない構造となっている。アンドープAlGaAs電流拡散層32以外の層、即ち層12、13、14及び34の成長条件

については実施例1と全く同じ方法で成長した。【0026】図3及び図7に実施例1のAlGaInP系発光装置10と比較例1のAlGaInP系発光装置40aの2次イオン質量分析法(SIMS法)によるZn濃度分析の結果を示す。比較例1の構造(図6)ではZnが高濃度にドーピングされているp型AlGaAs電流拡散層34からp型AlGaInPクラッド層14へZnが拡散しており、p型AlGaInPクラッド層14のZn濃度が所望のドーピングレベル( $3 \times 10^{17} \text{ atom/cm}^3$ 程度)に制御されていない(図7)。実施例1の構造(図1)では、Znの拡散がほぼアンドープAlGaAs電流拡散層32に制限され、p型AlGaInPクラッド層14のZn濃度がドーピングにより制御されている事がわかる(図3)。

【0027】(発光出力の評価結果)図4にアンドープAlGaAs電流拡散層32の厚さのみを0 $\mu\text{m}$ (比較例1)から0.5 $\mu\text{m}$ まで変化させた場合のAlGaInP系発光装置の発光出力をアンドープAlGaAs電流拡散層32無し(比較例1)の場合を基準にして示す。アンドープAlGaAs電流拡散層32を形成することにより発光出力は向上し、特にアンドープAlGaAs電流拡散層32の厚さが0.25 $\mu\text{m}$ 以上であると約20%の発光出力の向上をみ、本発明の有効性が立証された。

6

#### 【0028】

【発明の効果】以上述べたごとく、本発明の半導体発光装置によれば、p型クラッド層のキャリア濃度が安定して制御可能となり、p型電流拡散層中のp型ドーパントであるZnの拡散によって起こるp型クラッド層/活性層の界面の劣化及び活性層品質の劣化が防止され、これにより、発光強度の向上が可能となるという大きな効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体発光装置の一実施例を示す概略断面説明図である。

【図2】MOVPE法で各層を成長する際に用いる成長装置の一例を示す概略説明図である。

【図3】実施例1における2次イオン質量分析法(SIMS法)によるZn濃度分析の結果を示すグラフである。

【図4】アンドープAlGaAs電流拡散層の厚さのみを0 $\mu\text{m}$ から0.5 $\mu\text{m}$ まで変化させた場合のAlGaInP系発光装置の発光出力の測定結果を示すグラフである。

【図5】従来の半導体発光装置の一例を示す概略断面説明図である。

【図6】比較例1における半導体発光装置を示す概略断面説明図である。

【図7】比較例1における2次イオン質量分析法(SIMS法)によるZn濃度分析の結果を示すグラフである。

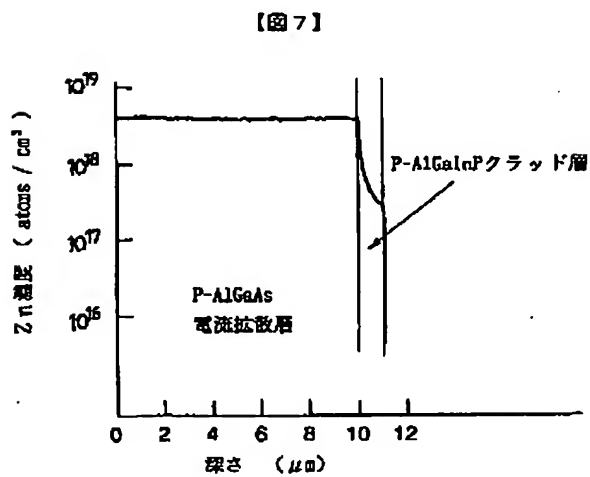
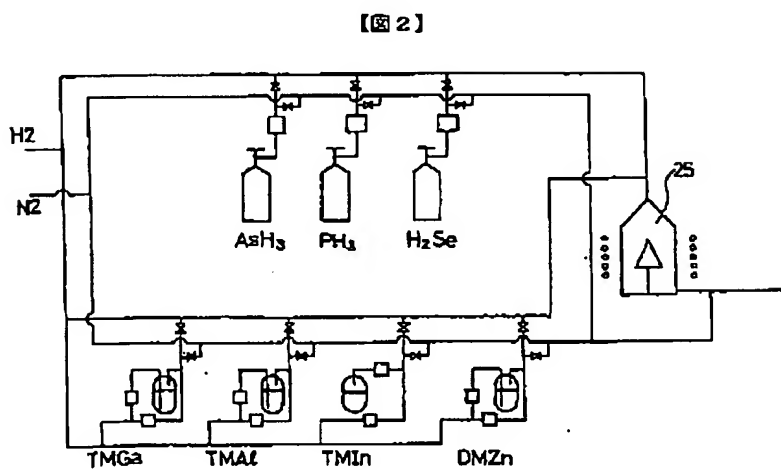
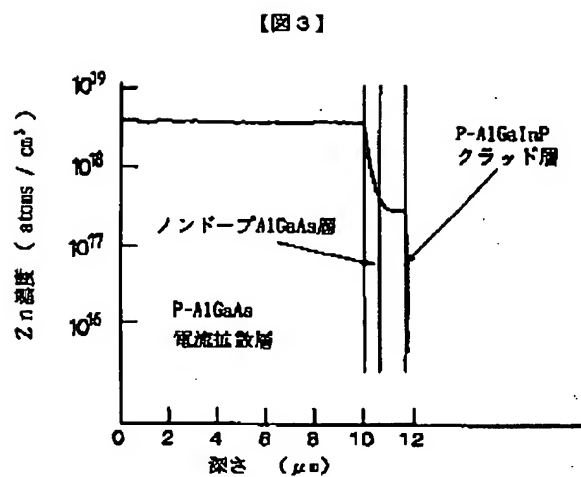
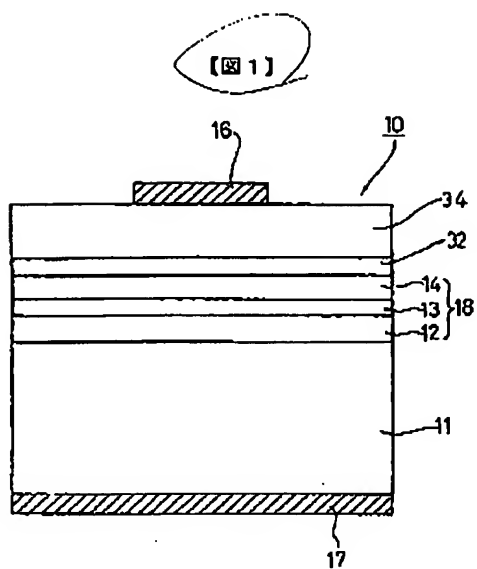
【図8】V/III比とキャリア濃度及び導電型との関係を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

- 10 本発明の半導体発光装置
- 11 n型GaAs基板
- 12 n型AlGaInPクラッド層
- 13 AlGaInP活性層
- 14 p型AlGaInPクラッド層
- 15 p型電流拡散層
- 16 p側電極
- 17 n側電極
- 18 発光層部
- 19 電流分布
- 25 反応室
- 32 アンドープ電流拡散層
- 34 高濃度ドーピング電流拡散層
- 40, 40a 従来の半導体発光装置

( 5 )

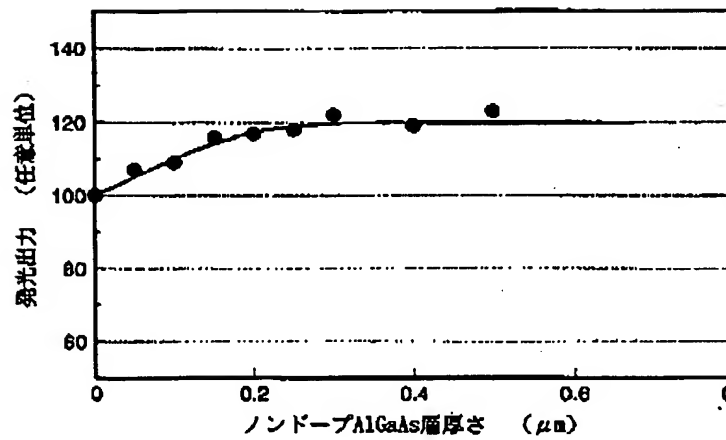
特開平08-097467



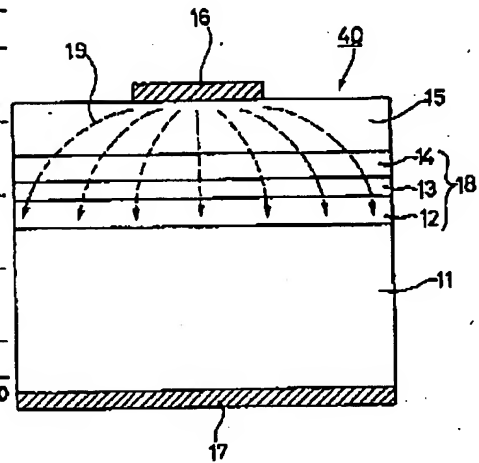
( 6 )

特開平08-097467

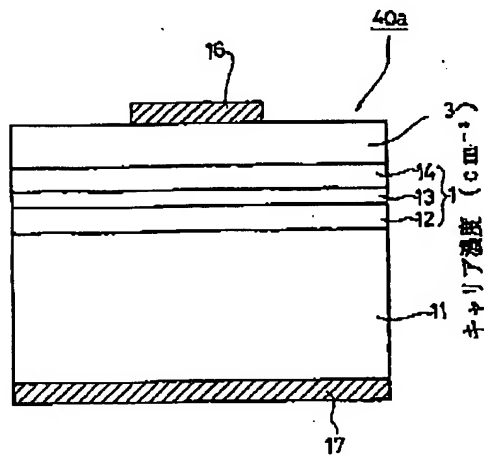
【図4】



【図5】



【図6】



【図8】

